

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7604060号
(P7604060)

(45)発行日 令和6年12月23日(2024.12.23)

(24)登録日 令和6年12月13日(2024.12.13)

(51)国際特許分類	F I			
F 1 6 K 31/04 (2006.01)	F 1 6 K 31/04	A		
H 0 2 P 8/36 (2006.01)	H 0 2 P 8/36			
F 1 6 K 37/00 (2006.01)	F 1 6 K 37/00	Z		

請求項の数 6 (全22頁)

(21)出願番号	特願2024-503552(P2024-503552)	(73)特許権者	391002166 株式会社不二工機 東京都世田谷区等々力7丁目17番24号
(86)(22)出願日	令和5年6月14日(2023.6.14)		
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/022038	(74)代理人	110002608 弁理士法人オーパス国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2023/248885		
(87)国際公開日	令和5年12月28日(2023.12.28)	(72)発明者	萩元 大志 東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 株式会社不二工機内
審査請求日	令和6年1月19日(2024.1.19)		
(31)優先権主張番号	特願2022-101861(P2022-101861)	(72)発明者	成川 文太 東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 株式会社不二工機内
(32)優先日	令和4年6月24日(2022.6.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	審査官	北村 一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動弁制御装置および電動弁装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動弁を制御する電動弁制御装置であって、
前記電動弁が、弁室を有する弁本体と、前記弁室に配置された弁体と、前記弁体を移動するためのステッピングモーターと、を有し、
前記ステッピングモーターが、マグネットローターと、A相ステーターと、B相ステーターと、を有し、
前記電動弁制御装置が、
前記A相ステーターのA相コイルに供給するA相電流および前記B相ステーターのB相コイルに供給するB相電流をPWM方式によって制御し、
前記A相電流に係るデューティ比（以下、「A相デューティ比」という。）と前記B相電流に係るデューティ比（以下、「B相デューティ比」という。）との比較に基づいて前記A相コイルまたは前記B相コイルに異常が生じたことを検出する、ことを特徴とする電動弁制御装置。

【請求項2】

前記電動弁制御装置が、A相電流目標値と等しくなるように制御された前記A相電流に係る前記A相デューティ比と、当該A相電流目標値と同じ大きさのB相電流目標値と等しくなるように制御された前記B相電流に係る前記B相デューティ比と、を比較する、請求項1に記載の電動弁制御装置。

【請求項3】

前記電動弁制御装置が、前記マグネットローターが回転するように前記 A 相電流および前記 B 相電流を制御しているときの前記 A 相デューティ比と前記 B 相デューティ比とを比較する、請求項 1 または請求項 2 に記載の電動弁制御装置。

【請求項 4】

複数のパルスが順番を有し、前記複数のパルスのそれぞれに対して A 相電流目標値および B 相電流目標値が設定され、

前記複数のパルスのそれぞれに対して設定された前記 A 相電流目標値と等しい前記 A 相電流を前記 A 相コイルに前記順番で供給しかつ前記複数のパルスのそれぞれに対して設定された前記 B 相電流目標値と等しい前記 B 相電流を前記 B 相コイルに前記順番で供給すると前記マグネットローターが回転し、

10

前記電動弁制御装置が、

前記複数のパルスのうちの 1 のパルスに対して設定された前記 A 相電流目標値と等しくなるように制御された前記 A 相電流に係る前記 A 相デューティ比と、前記複数のパルスのうちの他のパルスに対して設定された、前記 1 のパルスに対して設定された前記 A 相電流目標値と同じ大きさの前記 B 相電流目標値と等しくなるように制御された前記 B 相電流に係る前記 B 相デューティ比と、を比較する、請求項 1 に記載の電動弁制御装置。

【請求項 5】

電動弁を制御する電動弁制御装置であって、

前記電動弁が、弁室を有する弁本体と、前記弁室に配置された弁体と、前記弁体を移動するためのステッピングモーターと、を有し、

20

前記ステッピングモーターが、マグネットローターと、A 相ステーターと、B 相ステーターと、を有し、

前記電動弁制御装置が、

前記 A 相ステーターの A 相コイルに供給する A 相電圧および前記 B 相ステーターの B 相コイルに供給する B 相電圧を PWM 方式によって制御し、

前記 A 相電圧に係るデューティ比と前記 B 相電圧に係るデューティ比との比較に基づいて前記 A 相コイルまたは前記 B 相コイルに異常が生じたことを検出する、ことを特徴とする電動弁制御装置。

【請求項 6】

前記電動弁と、請求項 1 または請求項 5 に記載の電動弁制御装置と、を有する電動弁装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動弁制御装置、ならびに、電動弁および電動弁制御装置を有する電動弁装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、従来の電動弁の一例を開示している。電動弁は、ケースと、マグネットローターと、ステーターと、を有している。マグネットローターは、ケースの内側に配置されている。ステーターは、ケースの外側に配置されている。マグネットローターとステーターとは、ステッピングモーターを構成している。

40

【0003】

電動弁は、例えば、エアコンシステムに組み込まれ、冷媒の流量制御に用いられる。電動弁のステーターのコイルは、異常が生じることがある。異常には、ショート、レアショートおよび断線が含まれる。コイルに異常が生じると、電動弁の動作不良が生じるおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【文献】特開 2018 - 179133 号公報

【文献】特開 2020 - 178500 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 2 は、ステッピングモーターのコイルのショートを検出可能な故障診断装置の一例を開示している。故障診断装置は、コイルに流れる電流の大きさに基づいてショートを検出する。しかしながら、ステッピングモーターの駆動電圧や周囲温度の変動などによってコイルに流れる電流の大きさが変わることがある。そのため、故障診断装置は、ステッピングモーターの故障を誤検出するおそれがある。

10

【0006】

そこで、本発明は、電動弁のステッピングモーターの故障をより正確に検出できる電動弁制御装置および電動弁装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る電動弁制御装置は、電動弁を制御する電動弁制御装置であって、前記電動弁が、弁室を有する弁本体と、前記弁室に配置された弁体と、前記弁体を移動するためのステッピングモーターと、を有し、前記ステッピングモーターが、マグネットローターと、A 相ステーターと、B 相ステーターと、を有し、前記電動弁制御装置が、前記 A 相ステーターの A 相コイルに供給する A 相電流および前記 B 相ステーターの B 相コイルに供給する B 相電流を PWM 方式によって制御し、前記 A 相電流に係るデューティ比（以下、「A 相デューティ比」という。）と前記 B 相電流に係るデューティ比（以下、「B 相デューティ比」という。）との比較に基づいて前記 A 相コイルまたは前記 B 相コイルに異常が生じたことを検出する、ことを特徴とする。

20

【0008】

本発明において、前記電動弁制御装置が、A 相電流目標値と等しくなるように制御された前記 A 相電流に係る前記 A 相デューティ比と、当該 A 相電流目標値と同じ大きさの B 相電流目標値と等しくなるように制御された前記 B 相電流に係る前記 B 相デューティ比と、を比較する、ことが好ましい。

【0009】

本発明において、前記電動弁制御装置が、前記マグネットローターが回転するように前記 A 相電流および前記 B 相電流を制御しているときの前記 A 相デューティ比と前記 B 相デューティ比とを比較する、ことが好ましい。

30

【0010】

本発明において、複数のパルスが順番を有し、前記複数のパルスのそれぞれに対して A 相電流目標値および B 相電流目標値が設定され、前記複数のパルスのそれぞれに対して設定された前記 A 相電流目標値と等しい前記 A 相電流を前記 A 相コイルに前記順番で供給し、かつ前記複数のパルスのそれぞれに対して設定された前記 B 相電流目標値と等しい前記 B 相電流を前記 B 相コイルに前記順番で供給すると前記マグネットローターが回転し、前記電動弁制御装置が、前記複数のパルスのうちの 1 のパルスに対して設定された前記 A 相電流目標値と等しくなるように制御された前記 A 相電流に係る前記 A 相デューティ比と、前記複数のパルスのうちの他のパルスに対して設定された、前記 1 のパルスに対して設定された前記 A 相電流目標値と同じ大きさの前記 B 相電流目標値と等しくなるように制御された前記 B 相電流に係る前記 B 相デューティ比と、を比較する、ことが好ましい。

40

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の他の一態様に係る電動弁制御装置は、電動弁を制御する電動弁制御装置であって、前記電動弁が、弁室を有する弁本体と、前記弁室に配置された弁体と、前記弁体を移動するためのステッピングモーターと、を有し、前記ステッピングモーターが、マグネットローターと、A 相ステーターと、B 相ステーターと、を有し、前記電動弁制御装置が、前記 A 相ステーターの A 相コイルに供給する A 相電圧および

50

前記 B 相ステーターの B 相コイルに供給する B 相電圧を P W M 方式によって制御し、前記 A 相電圧に係るデューティ比と前記 B 相電圧に係るデューティ比との比較に基づいて前記 A 相コイルまたは前記 B 相コイルに異常が生じたことを検出する、ことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

上記目的を達成するために、本発明の他の一態様に係る電動弁装置は、前記電動弁と、前記電動弁制御装置と、を有する。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

電動弁制御装置は、A 相ステーターの A 相コイルに供給する A 相電流および B 相ステーターの B 相コイルに供給する B 相電流を P W M 方式によって制御する。電動弁制御装置は、A 相電流に係るデューティ比（A 相デューティ比）と B 相電流に係るデューティ比（B 相デューティ比）との比較に基づいて A 相コイルまたは B 相コイルに異常が生じたことを検出する。

10

【 0 0 1 4 】

コイルに供給する電流を P W M 方式によって制御する構成では、コイルの抵抗値およびインダクタンス（以下、「インピーダンス」という。）が変化すると、P W M 信号のデューティ比も変化する。例えば、ステッピングモーターの駆動電圧や周囲温度が変化した場合、A 相デューティ比および B 相デューティ比が共に変化する。この場合、A 相デューティ比と B 相デューティ比との関係は変化しない。そして、A 相コイルまたは B 相コイルに異常が生じた場合、A 相コイルのインピーダンスまたは B 相コイルのインピーダンスが変化して、A 相デューティ比または B 相デューティ比が変化する。この場合、A 相デューティ比と B 相デューティ比との関係が変化する。そのため、電動弁制御装置は、A 相デューティ比と B 相デューティ比とを比較して関係に変化があったとき、A 相コイルまたは B 相コイルに異常が生じたと判断できる。したがって、ステッピングモーターの駆動電圧や周囲温度の変動によるコイルの異常の誤検出を抑制して、ステッピングモーターの故障をより正確に検出できる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の一実施例に係る電動弁装置を有するエアコンシステムのブロック図である。

30

【図 2】電動弁装置の断面図である。

【図 3】電動弁装置のマグネットローターおよびステーターを説明する図である。

【図 4】電動弁装置のマイクロコンピューター、ステッピングモーターおよび磁気センサーを説明する図である。

【図 5】マイクロコンピューターの C P U およびモータードライバを説明する図である。

【図 6】P W M 信号の波形の例を示す図である。

【図 7】複数のパルスと A 相電流目標値および B 相電流目標値との対応関係の一例を示す図である。

【図 8】A 相コイルに流れる A 相電流の電流波形および B 相コイルに流れる B 相電流の電流波形の一例を示す図である。

40

【図 9】電動弁制御装置が実行する処理の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の一実施例に係る電動弁装置について、図 1 ～ 図 9 を参照して説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本発明の一実施例に係る電動弁装置を有するエアコンシステムのブロック図である。図 2 は、電動弁装置の断面図である。図 3 は、電動弁装置のマグネットローターおよびステーターを説明する図である。図 3 において、マグネットローターの磁極およびステーターの極歯を模式的に示している。図 3 において、径方向外方が上方に対応し、径方向内方が下方に対応する。図 4 は、電動弁装置のマイクロコンピューター、ステッピング

50

モーターおよび磁気センサーを説明する図である。図 4 は、マイクロコンピューター、ステッピングモーターおよび磁気センサーの接続関係を模式的に示す。図 5 は、マイクロコンピューターの CPU およびモータードライバを説明する図である。図 5 は、CPU およびモータードライバの接続関係を模式的に示す。図 6 は、PWM 信号の波形（電圧波形）の例を示す図である。図 7 は、複数のパルスと A 相電流目標値および B 相電流目標値との対応関係の一例を示す図である。図 8 は、A 相コイルに流れる A 相電流の電流波形および B 相コイルに流れる B 相電流の電流波形の一例を示す図である。図 9 は、電動弁制御装置が実行する処理の一例を示すフローチャートである。

【0018】

本実施例に係る電動弁装置 1 は、電動弁 5 と、電動弁制御装置（以下、単に「制御装置 100」という。）と、有している。

10

【0019】

電動弁装置 1 は、例えば、図 1 に示すエアコンシステム 400 に組み込まれる。エアコンシステム 400 は、配管 405 を介して順に接続された圧縮機 401、凝縮器 402、電動弁装置 1（電動弁 5）および蒸発器 403 を有している。エアコンシステム 400 は、エアコン制御装置 410 を有している。エアコン制御装置 410 は、外部装置である。エアコン制御装置 410 は、電動弁装置 1（制御装置 100）と通信バス 420 を介して通信可能に接続されている。エアコン制御装置 410 は、電動弁装置 1 を用いて配管 405 を流れる冷媒の流量を制御する。

【0020】

20

図 2 に示すように、電動弁 5 は、弁本体 10 と、キャン 20 と、駆動機構 30 と、弁体 40 と、永久磁石 45 と、ステーターユニット 50 と、を有している。

【0021】

弁本体 10 は、例えば、アルミニウム合金などの金属製である。弁本体 10 は、本体部材 11 と、支持部材 12 と、接続部材 13 と、を有している。本体部材 11 は、直方体形状を有している。本体部材 11 は、取付孔 11a を有している。取付孔 11a は、本体部材 11 の上面 11b に配置されている。支持部材 12 は、円筒形状を有している。支持部材 12 の下部は、取付孔 11a に配置されている。支持部材 12 は、本体部材 11 にねじ構造により取り付けられている。支持部材 12 の上部は、本体部材 11 の上面 11b から突出している。本体部材 11 は、弁室 14 と、流路 15 と、流路 16 と、弁口 17 と、弁座 18 と、を有している。流路 15 は、弁室 14 に接続されている。流路 16 は、弁口 17 を介して弁室 14 に接続されている。弁座 18 は、弁室 14 において弁口 17 を囲んでいる。接続部材 13 は円環板形状を有している。支持部材 12 の上部は、接続部材 13 の内周縁に接合されている。

30

【0022】

キャン 20 は、例えば、ステンレスなどの金属製である。キャン 20 は、円筒形状を有している。キャン 20 は、上端が塞がれかつ下端が開いている。キャン 20 の下端は、接続部材 13 の外周縁に接合されている。

【0023】

駆動機構 30 は、弁体 40 を上下方向（軸線 L 方向）に移動させる。駆動機構 30 は、マグネットローター 31 と、弁軸ホルダー 32 と、ガイドブッシュ 33 と、弁軸 34 と、を有している。

40

【0024】

マグネットローター 31 は、円筒形状を有している。マグネットローター 31 の外径は、キャン 20 の内径より若干小さい。キャン 20 の内周面とマグネットローター 31 の外周面との間にわずかな隙間が形成されている。マグネットローター 31 は、複数の磁極（複数の N 極、複数の S 極）を有している。複数の N 極および複数の S 極は、マグネットローター 31 の外周面に配置されている。複数の N 極および複数の S 極は、上下方向に延在している。複数の N 極および複数の S 極は、周方向に等間隔で交互に配置されている。本実施例において、マグネットローター 31 は 12 個の N 極と 12 個の S 極とを有している

50

。隣り合うN極とS極との間隔（角度）は、15度である。

【0025】

弁軸ホルダー32は、円筒形状を有している。弁軸ホルダー32は、上端が塞がれかつ下端が開口している。弁軸ホルダー32の上部には支持リング35が固定されている。支持リング35は、マグネットローター31と弁軸ホルダー32とを連結している。弁軸ホルダー32は、マグネットローター31とともに回転する。弁軸ホルダー32の内周面には、雌ねじ32cが設けられている。

【0026】

ガイドブッシュ33は、第1円筒部33aと、第2円筒部33bと、を一体的に有している。第2円筒部33bの外径は、第1円筒部33aの外径より小さい。第2円筒部33bは、第1円筒部33aの上端に同軸に接続されている。第2円筒部33bの外周面には、雄ねじ33cが設けられている。雄ねじ33cは、弁軸ホルダー32の雌ねじ32cと螺合される。第1円筒部33aは、弁本体10の支持部材12に設けられた嵌合孔12aに圧入されている。ガイドブッシュ33は、弁本体10と結合されている。

10

【0027】

弁軸ホルダー32には、可動ストッパ32sが固定されている。ガイドブッシュ33の第1円筒部33aには、固定ストッパ33sが固定されている。可動ストッパ32sと固定ストッパ33sとが接すると、弁軸ホルダー32（すなわちマグネットローター31）の閉弁方向への回転が規制される。可動ストッパ32sと固定ストッパ33sとは、ストッパ機構38を構成する。ストッパ機構38は、マグネットローター31の閉弁方向への回転を規制する。

20

【0028】

弁軸34は、第1部分34aと、第2部分34bと、を一体的に有している。第1部分34aおよび第2部分34bは、円柱形状を有している。第2部分34bの径は、第1部分34aの径より小さい。第2部分34bは、第1部分34aの上端に同軸に接続されている。第2部分34bは、弁軸ホルダー32を貫通している。第2部分34bには、抜け止め用のブッシュナット36が取り付けられている。弁軸34は、ガイドブッシュ33の内側および支持部材12の内側に配置されている。第1部分34aの下端は、弁室14に配置されている。弁軸34は、段部34dを有している。段部34dは、第1部分34aと第2部分34bとの接続箇所に配置されている。段部34dと弁軸ホルダー32の間には、閉弁ばね37が配置されている。閉弁ばね37は、圧縮コイルばねである。閉弁ばね37は、弁軸34を下方に向けて押している。

30

【0029】

弁体40は、弁室14に配置されている。弁体40は、弁口17と上下方向に向かい合っている。弁体40は、弁口17を開閉する。弁体40は、弁軸34の下端に接続されている。弁軸34と弁体40とは、例えば、円柱形状のワークピースを切削加工して、一体的に形成される。

【0030】

永久磁石45は、キャン20の内側においてマグネットローター31の上方に配置されている。永久磁石45は、円環板形状を有している。永久磁石45は、1つのN極と1つのS極とを有している。N極とS極とは径方向に対向するように配置されている。永久磁石45は、支持リング35に取り付けられたガイド部材46によって支持されている。ガイド部材46は、永久磁石45を当該ガイド部材46に対して相対的に上下方向に移動可能に支持している。永久磁石45は、ガイド部材46を介してマグネットローター31の回転が伝えられる。永久磁石45は、マグネットローター31とともに回転される。永久磁石45とガイド部材46との間に支持ばね47が配置されている。支持ばね47は、圧縮コイルばねである。支持ばね47は、永久磁石45を上方に押している。永久磁石45の内側には摺動部材48が嵌め込まれている。摺動部材48は、永久磁石45の上面から突出している。摺動部材48は、例えば、摩擦係数が比較的小さいエンジニアリングプラスチック製である。

40

50

【 0 0 3 1 】

永久磁石 4 5 は支持ばね 4 7 によって上方に押されており、摺動部材 4 8 がキャン 2 0 の内面に常に接する。弁軸ホルダー 3 2 の雌ねじ 3 2 c とガイドブッシュ 3 3 の雄ねじ 3 3 c との送りねじ作用によってマグネットローター 3 1 が上下方向に移動しても、永久磁石 4 5 の上下方向の位置は一定である。

【 0 0 3 2 】

ステーターユニット 5 0 は、ステーター 6 0 と、ハウジング 7 0 と、を有している。

【 0 0 3 3 】

ステーター 6 0 は、円筒形状を有している。ステーター 6 0 は、A 相ステーター 6 1 と、B 相ステーター 6 2 と、を有している。

10

【 0 0 3 4 】

A 相ステーター 6 1 は、内周に複数のクローボール型の極歯 6 1 a、6 1 b を有している。極歯 6 1 a の先端は下方に向いており、極歯 6 1 b の先端は上方に向いている。極歯 6 1 a と極歯 6 1 b とは、周方向に等間隔で交互に配置されている。本実施例において、A 相ステーター 6 1 は、極歯 6 1 a を 1 2 個有し、極歯 6 1 b を 1 2 個有している。互いに隣り合う極歯 6 1 a と極歯 6 1 b との間の角度は、1 5 度である。A 相ステーター 6 1 は A 相コイル 6 1 c を有している。A 相コイル 6 1 c が通電されると、極歯 6 1 a と極歯 6 1 b とは互いに異なる極性となる。

【 0 0 3 5 】

B 相ステーター 6 2 は、内周に複数のクローボール型の極歯 6 2 a、6 2 b を有している。極歯 6 2 a の先端は下方に向いており、極歯 6 2 b の先端は上方に向いている。極歯 6 2 a と極歯 6 2 b とは、周方向に等間隔で交互に配置されている。本実施例において、B 相ステーター 6 2 は、極歯 6 2 a を 1 2 個有し、極歯 6 2 b を 1 2 個有している。互いに隣り合う極歯 6 2 a と極歯 6 2 b との間の角度は、1 5 度である。B 相ステーター 6 2 は B 相コイル 6 2 c を有している。B 相コイル 6 2 c が通電されると、極歯 6 2 a と極歯 6 2 b とは互いに異なる極性となる。B 相ステーター 6 2 は、A 相ステーター 6 1 と同じ（実質的に同じを含む）構成である。B 相コイル 6 2 c の設計上のインピーダンス（抵抗値およびインダクタンス）は、A 相コイル 6 1 c の設計上のインピーダンスと同じである。すなわち、A 相コイル 6 1 c および B 相コイル 6 2 c が正常なとき、これらのインピーダンスは同じである。

20

30

【 0 0 3 6 】

A 相ステーター 6 1 と B 相ステーター 6 2 とは、同軸に配置されている。A 相ステーター 6 1 と B 相ステーター 6 2 とは、互いに接している。軸線 L 方向から見たときに互いに隣り合う A 相ステーター 6 1 の極歯 6 1 a と B 相ステーター 6 2 の極歯 6 2 a との間の角度は、7 . 5 度である。A 相コイル 6 1 c および B 相コイル 6 2 c は、複数の端子 6 5 と接続されている。

【 0 0 3 7 】

ハウジング 7 0 は、合成樹脂製である。ハウジング 7 0 は、直方体箱形状を有している。ハウジング 7 0 は、ステーター 6 0 を収容している。ステーター 6 0 の内側およびハウジング 7 0 の内側にキャン 2 0 が配置される。ステーター 6 0 とマグネットローター 3 1 とは、弁体 4 0 を駆動するためのステッピングモーター 6 6 を構成する。ハウジング 7 0 には、横方向（軸線 L と直交する方向）に突出するコネクタ 8 3 が設けられている。

40

【 0 0 3 8 】

電動弁 5 において、本体部材 1 1（弁口 1 7、弁座 1 8）、支持部材 1 2、接続部材 1 3、キャン 2 0、マグネットローター 3 1、弁軸 3 4、弁体 4 0、永久磁石 4 5、ステーター 6 0（A 相ステーター 6 1、B 相ステーター 6 2）は、それぞれの中心軸が軸線 L に一致する。

【 0 0 3 9 】

電動弁 5 において、マグネットローター 3 1 が閉弁方向に回転すると、弁軸ホルダー 3 2 の雌ねじ 3 2 c とガイドブッシュ 3 3 の雄ねじ 3 3 c との送りねじ作用によってマグネ

50

ットローター 3 1 および弁軸ホルダー 3 2 が下方に移動する。弁軸ホルダー 3 2 が、閉弁ばね 3 7 を介して弁軸 3 4 を下方に押す。弁軸 3 4 および弁体 4 0 が下方に移動して弁体 4 0 が弁座 1 8 に接する。このときのマグネットローター 3 1 の位置は、閉弁位置 R c である。この状態からマグネットローター 3 1 が閉弁方向にさらに回転すると、閉弁ばね 3 7 が圧縮されてマグネットローター 3 1 および弁軸ホルダー 3 2 がさらに下方に移動する。弁体 4 0 は下方に移動しない。そして、可動ストッパ 3 2 s が固定ストッパ 3 3 s に接すると、マグネットローター 3 1 の閉弁方向への回転が規制される。このときのマグネットローター 3 1 の位置は、基準位置 R x である。

【 0 0 4 0 】

電動弁 5 において、マグネットローター 3 1 が開弁方向に回転すると、弁軸ホルダー 3 2 の雌ねじ 3 2 c とガイドブッシュ 3 3 の雄ねじ 3 3 c との送りねじ作用によってマグネットローター 3 1 および弁軸ホルダー 3 2 が上方に移動する。弁軸ホルダー 3 2 が、ブッシュナット 3 6 を上方に押す。弁軸 3 4 および弁体 4 0 が上方に移動して弁体 4 0 が弁座 1 8 から離れる。マグネットローター 3 1 が開弁方向にさらに回転すると、マグネットローター 3 1 が全開位置 R z に到達する。マグネットローター 3 1 が全開位置 R z にあるとき、弁体 4 0 が弁口 1 7 から最も離れる。

【 0 0 4 1 】

制御装置 1 0 0 は、制御基板 1 1 0 と、磁気センサー 1 1 5 と、マイクロコンピュータ 1 2 0 と、を有している。

【 0 0 4 2 】

制御基板 1 1 0 は、電子部品が実装されるプリント基板である。制御基板 1 1 0 は、ハウジング 7 0 に収容されている。制御基板 1 1 0 は、キャン 2 0 の上方で横方向に沿って配置されている。制御基板 1 1 0 には、電線 1 1 1 を介してステーター 6 0 の複数の端子 6 5 が接続されている。制御基板 1 1 0 には、磁気センサー 1 1 5 と、マイクロコンピュータ 1 2 0 と、が実装されている。

【 0 0 4 3 】

磁気センサー 1 1 5 は、キャン 2 0 を介して永久磁石 4 5 と上下方向に並んでいる。換言すると、磁気センサー 1 1 5 は、キャン 2 0 を介して永久磁石 4 5 と上下方向に向かい合っている。磁気センサー 1 1 5 は、永久磁石 4 5 によって生じる磁場を検知する。磁気センサー 1 1 5 は、磁場の回転角度に応じた信号（アナログ信号）を出力する。すなわち、磁気センサー 1 1 5 は、永久磁石 4 5（すなわちマグネットローター 3 1）の回転角度に応じた信号を出力する回転角度センサーである。なお、磁気センサー 1 1 5 として、二値信号を出力する 1 または複数のホール IC を用いてもよい。

【 0 0 4 4 】

図 1、図 4 に示すように、マイクロコンピュータ 1 2 0 は、例えば、中央処理装置である CPU 1 2 1、不揮発性メモリ 1 2 2、モータードライバ 1 2 3、作業用メモリ 1 2 4、通信モジュール 1 2 5、温度センサー 1 2 6 などを 1 つのパッケージに集積した組み込み機器用のマイクロコンピュータである。マイクロコンピュータ 1 2 0 は、電動弁 5 の制御を司る。なお、不揮発性メモリ、作業用メモリ、通信モジュール、モータードライバおよび温度センサーは、マイクロコンピュータ 1 2 0 に外部接続される個別の電子部品であってもよい。

【 0 0 4 5 】

CPU 1 2 1 は、不揮発性メモリ 1 2 2 に格納されたプログラムを実行し、各種機能部として機能する。不揮発性メモリ 1 2 2 には、CPU 1 2 1 の電源遮断直前のマグネットローター 3 1 の現在位置が格納されている。CPU 1 2 1 の電源が投入されると、CPU 1 2 1 は不揮発性メモリ 1 2 2 からマグネットローター 3 1 の現在位置を読み出す。作業用メモリ 1 2 4 は、機能部で用いられる変数を格納する。通信モジュール 1 2 5 は、通信バス 4 2 0 を介してエアコン制御装置 4 1 0 と接続される。温度センサー 1 2 6 は、マイクロコンピュータ 1 2 0 の周囲の温度 K（すなわち、ハウジング 7 0 の内側の気温）に応じた信号を出力する。モータードライバ 1 2 3 は、ステッピングモーター 6 6 と接続さ

10

20

30

40

50

れている。具体的には、図 4 に示すように、モータドライバ 1 2 3 は、A 相コイル 6 1 c および B 相コイル 6 2 c と接続されている。モータドライバ 1 2 3 は、A 相コイル 6 1 c および B 相コイル 6 2 c に電流を供給する。

【 0 0 4 6 】

図 5 に示すように、モータドライバ 1 2 3 は H ブリッジ回路 1 2 3 A、1 2 3 B を有しており、ステッピングモータ 6 6 をバイポーラ方式で駆動する。

【 0 0 4 7 】

H ブリッジ回路 1 2 3 A は、A 相コイル 6 1 c に接続されている。H ブリッジ回路 1 2 3 A は、スイッチ SW 1 1、SW 1 2、SW 1 3、SW 1 4 を有している。A 相コイル 6 1 c の端子 A 1 から端子 A 2 に電流を流すとき、スイッチ SW 1 1、SW 1 4 を ON にし、スイッチ SW 1 2、SW 1 3 を OFF にする。A 相コイル 6 1 c の端子 A 2 から端子 A 1 に電流を流すとき、スイッチ SW 1 2、SW 1 3 を ON にし、スイッチ SW 1 1、SW 1 4 を OFF にする。

10

【 0 0 4 8 】

H ブリッジ回路 1 2 3 A は、電流検出抵抗 1 2 7 A を介して基準電位 (G N D) に接続されている。電流検出抵抗 1 2 7 A の端子には、A 相コイル 6 1 c に供給する電流 (A 相電流 I_a) に応じた電圧 V_a が生じる。電流検出抵抗 1 2 7 A の端子は、図示しない増幅器およびアナログ - デジタル変換器 1 2 8 A を介して CPU 1 2 1 に接続されている。CPU 1 2 1 は、スイッチ SW 1 1、SW 1 2、SW 1 3、SW 1 4 にパルス幅変調 (P u l s e W i d t h M o d u l a t i o n : P W M) 信号を入力する。CPU 1 2 1 は、電圧 V_a が A 相電流目標値 $I_{t a}$ に応じた値となるように、スイッチ SW 1 1、SW 1 2、SW 1 3、SW 1 4 に入力する PWM 信号のデューティ比 (A 相デューティ比 D_a) を調整する。CPU 1 2 1 は、A 相電流 I_a を PWM 方式で制御する。

20

【 0 0 4 9 】

H ブリッジ回路 1 2 3 B は、B 相コイル 6 2 c に接続されている。H ブリッジ回路 1 2 3 B は、スイッチ SW 2 1、SW 2 2、SW 2 3、SW 2 4 を有している。B 相コイル 6 2 c の端子 B 1 から端子 B 2 に電流を流すとき、スイッチ SW 2 1、SW 2 4 を ON にし、スイッチ SW 2 2、SW 2 3 を OFF にする。B 相コイル 6 2 c の端子 B 2 から端子 B 1 に電流を流すとき、スイッチ SW 2 2、SW 2 3 を ON にし、スイッチ SW 2 1、SW 2 4 を OFF にする。

30

【 0 0 5 0 】

H ブリッジ回路 1 2 3 B は、電流検出抵抗 1 2 7 B を介して基準電位 (G N D) に接続されている。電流検出抵抗 1 2 7 B の端子には、B 相コイル 6 2 c に供給する電流 (B 相電流 I_b) に応じた電圧 V_b が生じる。電流検出抵抗 1 2 7 B の端子は、図示しない増幅器およびアナログ - デジタル変換器 1 2 8 B を介して CPU 1 2 1 に接続されている。CPU 1 2 1 は、スイッチ SW 2 1、SW 2 2、SW 2 3、SW 2 4 に PWM 信号を入力する。CPU 1 2 1 は、電圧 V_b が B 相電流目標値 $I_{t b}$ に応じた値となるように、スイッチ SW 2 1、SW 2 2、SW 2 3、SW 2 4 に入力する PWM 信号のデューティ比 (B 相デューティ比 D_b) を調整する。CPU 1 2 1 は、B 相電流 I_b を PWM 方式で制御する。

【 0 0 5 1 】

PWM 信号は、所定のパルス周期 T_p で、ON、OFF、または、ON および OFF される。PWM 信号のデューティ比は、パルス周期 T_p と、PWM 信号の ON 時間 T_{on} と、の比 (T_{on} / T_p) である。デューティ比が 0 % のとき、PWM 信号がパルス周期 T_p のすべてで OFF である。デューティ比が 3 0 % のとき、PWM 信号がパルス周期 T_p の 3 0 % の時間で ON であり、パルス周期 T_p の 7 0 % の時間で OFF である。デューティ比が 1 0 0 % のとき、PWM 信号がパルス周期 T_p のすべてで ON である。

40

【 0 0 5 2 】

A 相コイル 6 1 c に流れる電流の大きさ (絶対値) が同じであれば、電流の向きが異なっても、A 相デューティ比 D_a は同じになる。電流の向きは、端子 A 1 から端子 A 2 への向き、または、端子 A 2 から端子 A 1 への向き、である。A 相コイル 6 1 c のインピーダ

50

ンス（端子A 1と端子A 2との間のインピーダンス）は、A相コイル6 1 cに異常が生じると変化する。異常は、ショート、レアショートおよび断線を含む。そして、A相コイル6 1 cのインピーダンスが変化すると、A相コイル6 1 cに所定量の電流が流れるのに必要な時間が変化する。そのため、A相コイル6 1 cに異常が生じると、ON時間 T_{on} が変化し、A相デューティ比 D_a が変化する。例えば、A相コイル6 1 cのインピーダンスが小さくなると、PWM信号に応じてA相コイル6 1 cに流れる電流の立ち上がり時間および立ち下がり時間が短くなり、所定量の電流がより短い時間で流れる。そのため、ON時間 T_{on} が短くなる。立ち上がり時間は電流が0から最大値になるまでの時間であり、立ち下がり時間は電流が最大値から0になるまでの時間である。図6 Aに、ショートする前のPWM信号の波形（電圧波形）を模式的に示し、図6 Bに、ショートした後のPWM信号の波形を模式的に示す。B相コイル6 2 cについても、A相コイル6 1 cと同じである。

10

【0053】

ステッピングモーター6 6に複数のパルス P （ $P[1] \sim P[8]$ ）が入力されることによりマグネットローター3 1が回転する。具体的には、ステッピングモーター6 6のステーター6 0にパルス P に応じた電流が供給されることによりマグネットローター3 1が回転する。本明細書において、「ステッピングモーター6 6にパルス P が入力されること」は、「ステッピングモーター6 6のステーター6 0にパルス P に応じた電流が供給されること」と同義である。複数のパルス P は、順番を有しており、昇順または降順で繰り返してステッピングモーター6 6に入力される。

20

【0054】

複数のパルス P のそれぞれに対してA相電流目標値 I_{ta} およびB相電流目標値 I_{tb} が設定されている。図7に、パルス P とA相電流目標値 I_{ta} およびB相電流目標値 I_{tb} との対応関係を示す。図8に、複数のパルス P の順番で流れるA相電流 I_a およびB相電流 I_b の電流波形を模式的に示す。図8において、A相電流 I_a はA相電流目標値 I_{ta} と大きさおよび電流の向きが同じ電流であり、B相電流 I_b はB相電流目標値 I_{tb} と大きさおよび電流の向きが同じ電流である。図7、図8において、符号（+ / -）は電流が流れる向きを示す。「+」は、端子A 1から端子A 2への向き、または、端子B 1から端子B 2への向きを示す。「-」は、端子A 2から端子A 1への向き、または、端子B 2から端子B 1への向きを示す。「0」は、電流が流れない（OFF）ことを示す。

30

【0055】

本実施例において、

パルス $P[1]$ に対して、A相電流目標値 I_{ta} として「+ I 2」が設定され、B相電流目標値 I_{tb} として「0」が設定される。

パルス $P[2]$ に対して、A相電流目標値 I_{ta} として「+ I 1」が設定され、B相電流目標値 I_{tb} として「+ I 1」が設定される。

パルス $P[3]$ に対して、A相電流目標値 I_{ta} として「0」が設定され、B相電流目標値 I_{tb} として「+ I 2」が設定される。

パルス $P[4]$ に対して、A相電流目標値 I_{ta} として「- I 1」が設定され、B相電流目標値 I_{tb} として「+ I 1」が設定される。

40

パルス $P[5]$ に対して、A相電流目標値 I_{ta} として「- I 2」が設定され、B相電流目標値 I_{tb} として「0」が設定される。

パルス $P[6]$ に対して、A相電流目標値 I_{ta} として「- I 1」が設定され、B相電流目標値 I_{tb} として「- I 1」が設定される。

パルス $P[7]$ に対して、A相電流目標値 I_{ta} として「0」が設定され、B相電流目標値 I_{tb} として「- I 2」が設定される。

パルス $P[8]$ に対して、A相電流目標値 I_{ta} として「+ I 1」が設定され、B相電流目標値 I_{tb} として「- I 1」が設定される。

「+ I 2」と「- I 2」とは、電流の大きさが同じで、電流の向きが異なる。

「+ I 1」と「- I 1」とは、電流の大きさが同じで、電流の向きが異なる。

50

「+ I 2」と「+ I 1」とは、電流の大きさが異なり、電流の向きが同じである。

【0056】

ステッピングモーター66には、パルスP[1]～P[8]が順番に入力される。

【0057】

ステッピングモーター66にパルスPを昇順(P[1]～P[8]の順番)で入力すると、マグネットローター31が閉弁方向(図3において時計方向)に回転する。具体的には、CPU121が、パルスPに対して設定されたA相電流目標値I_{ta}と等しくなるように制御したA相電流I_aをA相コイル61cにパルスPの順番(昇順)で供給し、かつ、パルスPに対して設定されたB相電流目標値I_{tb}と等しくなるように制御したB相電流I_bをB相コイル62cにパルスPの順番(昇順)で供給すると、マグネットローター31が閉弁方向に回転する。

10

【0058】

ステッピングモーター66にパルスPを降順(P[8]～P[1]の順番)で入力すると、マグネットローター31が開弁方向(図3において反時計方向)に回転する。具体的には、CPU121が、パルスPに対して設定されたA相電流目標値I_{ta}と等しくなるように制御したA相電流I_aをA相コイル61cにパルスPの順番(降順)で供給し、かつ、パルスPに対して設定されたB相電流目標値I_{tb}と等しくなるように制御したB相電流I_bをB相コイル62cにパルスPの順番(降順)で供給すると、マグネットローター31が開弁方向に回転する。

【0059】

20

なお、A相電流I_aがA相電流目標値I_{ta}と等しいとは、A相電流I_aの電流の大きさおよび電流の向きがA相電流目標値I_{ta}の電流の大きさおよび電流の向きと同じであることを示す。B相電流I_bがB相電流目標値I_{tb}と等しいとは、B相電流I_bの電流の大きさおよび電流の向きがB相電流目標値I_{tb}の電流の大きさおよび電流の向きと同じであることを示す。

【0060】

本実施例において、ステッピングモーター66の励磁モードは1-2相励磁である。ステッピングモーター66のステップ角は3.75度である。マグネットローター31が基準位置R_xにあるとき、可動ストッパ32sと固定ストッパ33sとが接し、マグネットローター31の開弁方向の回転が規制される。マグネットローター31を基準位置R_xから全開位置R_zまで回転させるために必要なパルス数(初期化数)は500である。

30

【0061】

マグネットローター31が回転すると永久磁石45も回転し、磁気センサー115の信号が変化する。マグネットローター31が回転しないと永久磁石45も回転せず、磁気センサー115の信号が変化しない。そのため、制御装置100は、磁気センサー115の信号に基づいて、マグネットローター31が回転したか否かを判定できる。

【0062】

次に、制御装置100の処理の一例について、図9のフローチャートを参照して説明する。

【0063】

40

制御装置100(具体的にはCPU121)は、電源が投入されると不揮発性メモリ122からマグネットローター31の現在位置(電動弁5の現在の弁開度)を読み出し、エアコン制御装置410からの命令を待つ。

【0064】

制御装置100は、エアコン制御装置410から、電動弁5の弁開度を指定する命令を受信する(S110)。当該命令は、電動弁5の目標弁開度に関する情報を含む。制御装置100は、現在の弁開度が目標弁開度より大きいとき(S120でY)、パルスPを昇順で入力する(S130)。制御装置100は、現在の弁開度が目標弁開度より小さいとき(S120でN、S140でY)、パルスPを降順で入力する(S150)。制御装置100は、現在の弁開度が目標弁開度のとき(S120でN、S140でN)、本処理を

50

終了して次の命令を待つ。

【 0 0 6 5 】

制御装置 1 0 0 は、パルス P [1] の入力に対応して、A 相コイル 6 1 c に供給する A 相電流 I_a が「+ I_2 」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 A に PWM 信号を入力し、B 相コイル 6 2 c に供給する B 相電流 I_b が「0」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 B に PWM 信号を入力する。制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 A に入力した PWM 信号のデューティ比 (A 相デューティ比 $D_a [1]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 B に入力した PWM 信号のデューティ比 (B 相デューティ比 $D_b [1]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。なお、作業用メモリ 1 2 4 に格納するデューティ比は、例えば、パルス P の入力期間 T_{p1s} におけるデューティ比の
10
平均値や、PWM 信号の安定後 (例えば、パルス P の入力期間 T_{p1s} の後半など、デューティ比のばらつきが小さいとき) に取得したデューティ比である。

【 0 0 6 6 】

制御装置 1 0 0 は、パルス P [2] の入力に対応して、A 相コイル 6 1 c に供給する A 相電流 I_a が「+ I_1 」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 A に PWM 信号を入力し、B 相コイル 6 2 c に供給する B 相電流 I_b が「+ I_1 」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 B に PWM 信号を入力する。制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 A に入力した PWM 信号のデューティ比 (A 相デューティ比 $D_a [2]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。
20
制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 B に入力した PWM 信号のデューティ比 (B 相デューティ比 $D_b [2]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。

【 0 0 6 7 】

制御装置 1 0 0 は、パルス P [3] の入力に対応して、A 相コイル 6 1 c に供給する A 相電流 I_a が「0」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 A に PWM 信号を入力し、B 相コイル 6 2 c に供給する B 相電流 I_b が「+ I_2 」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 B に PWM 信号を入力する。制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 A に入力した PWM 信号のデューティ比 (A 相デューティ比 $D_a [3]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 B に入力した PWM 信号のデューティ比 (B 相デューティ比 $D_b [3]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。

【 0 0 6 8 】

制御装置 1 0 0 は、パルス P [4] の入力に対応して、A 相コイル 6 1 c に供給する A 相電流 I_a が「- I_1 」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 A に PWM 信号を入力し、B 相コイル 6 2 c に供給する B 相電流 I_b が「+ I_1 」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 B に PWM 信号を入力する。制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 A に入力した PWM 信号のデューティ比 (A 相デューティ比 $D_a [4]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。
30
制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 B に入力した PWM 信号のデューティ比 (B 相デューティ比 $D_b [4]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。

【 0 0 6 9 】

制御装置 1 0 0 は、パルス P [5] の入力に対応して、A 相コイル 6 1 c に供給する A 相電流 I_a が「- I_2 」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 A に PWM 信号を入力し、B 相コイル 6 2 c に供給する B 相電流 I_b が「0」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 B に PWM 信号を入力する。制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 A に入力した PWM 信号のデューティ比 (A 相デューティ比 $D_a [5]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 B に入力した PWM 信号のデューティ比 (B 相デューティ比 $D_b [5]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する。
40

【 0 0 7 0 】

制御装置 1 0 0 は、パルス P [6] の入力に対応して、A 相コイル 6 1 c に供給する A 相電流 I_a が「- I_1 」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 A に PWM 信号を入力し、B 相コイル 6 2 c に供給する B 相電流 I_b が「- I_1 」になるように Hブリッジ回路 1 2 3 B に PWM 信号を入力する。制御装置 1 0 0 は、Hブリッジ回路 1 2 3 A に入力した PWM 信号のデューティ比 (A 相デューティ比 $D_a [6]$) を作業用メモリ 1 2 4 に格納する
50

。制御装置 100 は、Hブリッジ回路 123 B に入力した PWM 信号のデューティ比 (B 相デューティ比 $D_b[6]$) を作業用メモリ 124 に格納する。

【0071】

制御装置 100 は、パルス $P[7]$ の入力に対応して、A 相コイル 61 c に供給する A 相電流 I_a が「0」になるように Hブリッジ回路 123 A に PWM 信号を入力し、B 相コイル 62 c に供給する B 相電流 I_b が「 $-I_2$ 」になるように Hブリッジ回路 123 B に PWM 信号を入力する。制御装置 100 は、Hブリッジ回路 123 A に入力した PWM 信号のデューティ比 (A 相デューティ比 $D_a[7]$) を作業用メモリ 124 に格納する。制御装置 100 は、Hブリッジ回路 123 B に入力した PWM 信号のデューティ比 (B 相デューティ比 $D_b[7]$) を作業用メモリ 124 に格納する。

10

【0072】

制御装置 100 は、パルス $P[8]$ の入力に対応して、A 相コイル 61 c に供給する A 相電流 I_a が「 $+I_1$ 」になるように Hブリッジ回路 123 A に PWM 信号を入力し、B 相コイル 62 c に供給する B 相電流 I_b が「 $-I_1$ 」になるように Hブリッジ回路 123 B に PWM 信号を入力する。制御装置 100 は、Hブリッジ回路 123 A に入力した PWM 信号のデューティ比 (A 相デューティ比 $D_a[8]$) を作業用メモリ 124 に格納する。制御装置 100 は、Hブリッジ回路 123 B に入力した PWM 信号のデューティ比 (B 相デューティ比 $D_b[8]$) を作業用メモリ 124 に格納する。

【0073】

制御装置 100 は、パルス P の入力に対応して、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b とを比較する ($S160$)。制御装置 100 は、比較結果に基づいて、A 相コイル 61 c および B 相コイル 62 c に異常が生じていないことを検出したとき ($S170$ で N)、ステップ $S120$ に戻る。制御装置 100 は、比較結果に基づいて、A 相コイル 61 c または B 相コイル 62 c に異常が生じたことを検出したとき ($S170$ で Y)、エアコン制御装置 410 に電動弁 5 の故障を示す情報を送信し ($S180$)、本処理を終了する。

20

【0074】

次に、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b との比較方法および異常検出方法について説明する。

【0075】

30

制御装置 100 は、パルス P を昇順で入力する場合、パルス $P[K]$ の入力に対応して取得した B 相デューティ比 $D_b[K]$ と、パルス $P[K]$ の 2 つ前のパルス $P[J]$ の入力に対応して取得した A 相デューティ比 $D_a[J]$ と、を比較する。パルス $P[J]$ に対して設定された A 相電流目標値 I_{ta} と、パルス $P[K]$ に対して設定された B 相電流目標値 I_{tb} と、は電流の大きさおよび電流の向きが同じである。

【0076】

具体的には、

制御装置 100 は、パルス $P[1]$ の入力に対応して B 相デューティ比 $D_b[1]$ を取得すると、当該 B 相デューティ比 $D_b[1]$ とパルス $P[1]$ の 2 つ前のパルス $P[7]$ の入力に対応して取得した A 相デューティ比 $D_a[7]$ と、を比較する。

40

制御装置 100 は、パルス $P[2]$ の入力に対応して B 相デューティ比 $D_b[2]$ を取得すると、当該 B 相デューティ比 $D_b[2]$ とパルス $P[2]$ の 2 つ前のパルス $P[8]$ の入力に対応して取得した A 相デューティ比 $D_a[8]$ と、を比較する。

制御装置 100 は、パルス $P[3]$ の入力に対応して B 相デューティ比 $D_b[3]$ を取得すると、当該 B 相デューティ比 $D_b[3]$ とパルス $P[3]$ の 2 つ前のパルス $P[1]$ の入力に対応して取得した A 相デューティ比 $D_a[1]$ と、を比較する。

制御装置 100 は、パルス $P[4]$ の入力に対応して B 相デューティ比 $D_b[4]$ を取得すると、当該 B 相デューティ比 $D_b[4]$ とパルス $P[4]$ の 2 つ前のパルス $P[2]$ の入力に対応して取得した A 相デューティ比 $D_a[2]$ と、を比較する。

制御装置 100 は、パルス $P[5]$ の入力に対応して B 相デューティ比 $D_b[5]$ を取

50

得すると、当該B相デューティ比 $D_b[5]$ とパルス $P[5]$ の2つ前のパルス $P[3]$ の入力に対応して取得したA相デューティ比 $D_a[3]$ と、を比較する。

制御装置100は、パルス $P[6]$ の入力に対応してB相デューティ比 $D_b[6]$ を取得すると、当該B相デューティ比 $D_b[6]$ とパルス $P[6]$ の2つ前のパルス $P[4]$ の入力に対応して取得したA相デューティ比 $D_a[4]$ と、を比較する。

制御装置100は、パルス $P[7]$ の入力に対応してB相デューティ比 $D_b[7]$ を取得すると、当該B相デューティ比 $D_b[7]$ とパルス $P[7]$ の2つ前のパルス $P[5]$ の入力に対応して取得したA相デューティ比 $D_a[5]$ と、を比較する。

制御装置100は、パルス $P[8]$ の入力に対応してB相デューティ比 $D_b[8]$ を取得すると、当該B相デューティ比 $D_b[8]$ とパルス $P[8]$ の2つ前のパルス $P[6]$ の入力に対応して取得したA相デューティ比 $D_a[6]$ と、を比較する。

10

【0077】

そして、制御装置100は、A相デューティ比 $D_a[J]$ とB相デューティ比 $D_b[K]$ とを比較し、これらの差分値が所定の判定基準値以下のとき、A相コイル61cおよびB相コイル62cに異常が生じていないと判断する。判定基準値は、例えば、3～20%である。制御装置100は、差分値が所定の判定基準値を超えたとき、A相コイル61cまたはB相コイル62cに異常が生じたと判断し、すなわち、A相コイル61cまたはB相コイル62cに異常が生じたことを検出する。

【0078】

制御装置100は、パルス P を降順で入力する場合、パルス $P[K]$ の入力に対応して取得したA相デューティ比 $D_a[K]$ と、パルス $P[K]$ の2つ前のパルス $P[J]$ の入力に対応して取得したB相デューティ比 $D_b[J]$ と、を比較する。パルス $P[K]$ に対して設定されたA相電流目標値 I_{ta} と、パルス $P[J]$ に対して設定されたB相電流目標値 I_{tb} と、は電流の大きさおよび電流の向きが同じである。

20

【0079】

具体的には、

制御装置100は、パルス $P[8]$ の入力に対応してA相デューティ比 $D_a[8]$ を取得すると、当該A相デューティ比 $D_a[8]$ とパルス $P[8]$ の2つ前のパルス $P[2]$ の入力に対応して取得したB相デューティ比 $D_b[2]$ と、を比較する。

制御装置100は、パルス $P[7]$ の入力に対応してA相デューティ比 $D_a[7]$ を取得すると、当該A相デューティ比 $D_a[7]$ とパルス $P[7]$ の2つ前のパルス $P[1]$ の入力に対応して取得したB相デューティ比 $D_b[1]$ と、を比較する。

30

制御装置100は、パルス $P[6]$ の入力に対応してA相デューティ比 $D_a[6]$ を取得すると、当該A相デューティ比 $D_a[6]$ とパルス $P[6]$ の2つ前のパルス $P[8]$ の入力に対応して取得したB相デューティ比 $D_b[8]$ と、を比較する。

制御装置100は、パルス $P[5]$ の入力に対応してA相デューティ比 $D_a[5]$ を取得すると、当該A相デューティ比 $D_a[5]$ とパルス $P[5]$ の2つ前のパルス $P[7]$ の入力に対応して取得したB相デューティ比 $D_b[7]$ と、を比較する。

制御装置100は、パルス $P[4]$ の入力に対応してA相デューティ比 $D_a[4]$ を取得すると、当該A相デューティ比 $D_a[4]$ とパルス $P[4]$ の2つ前のパルス $P[6]$ の入力に対応して取得したB相デューティ比 $D_b[6]$ と、を比較する。

40

制御装置100は、パルス $P[3]$ の入力に対応してA相デューティ比 $D_a[3]$ を取得すると、当該A相デューティ比 $D_a[3]$ とパルス $P[3]$ の2つ前のパルス $P[5]$ の入力に対応して取得したB相デューティ比 $D_b[5]$ と、を比較する。

制御装置100は、パルス $P[2]$ の入力に対応してA相デューティ比 $D_a[2]$ を取得すると、当該A相デューティ比 $D_a[2]$ とパルス $P[2]$ の2つ前のパルス $P[4]$ の入力に対応して取得したB相デューティ比 $D_b[4]$ と、を比較する。

制御装置100は、パルス $P[1]$ の入力に対応してA相デューティ比 $D_a[1]$ を取得すると、当該A相デューティ比 $D_a[1]$ とパルス $P[1]$ の2つ前のパルス $P[3]$ の入力に対応して取得したB相デューティ比 $D_b[3]$ と、を比較する。

50

【 0 0 8 0 】

そして、制御装置 1 0 0 は、A 相デューティ比 $D_a [K]$ と B 相デューティ比 $D_b [J]$ とを比較し、これらの差分値が所定の判定基準値以下のとき、A 相コイル 6 1 c および B 相コイル 6 2 c に異常が生じていないと判断する。制御装置 1 0 0 は、差分値が所定の判定基準値を超えたとき、A 相コイル 6 1 c または B 相コイル 6 2 c に異常が生じたことを検出する。

【 0 0 8 1 】

なお、上述した比較方法において、制御装置 1 0 0 は、パルス $P [2]$ 、 $P [4]$ 、 $P [6]$ 、 $P [8]$ の入力に対応して取得した A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b とを次のように比較してもよい。パルス $P [2]$ 、 $P [4]$ 、 $P [6]$ 、 $P [8]$ に対して設定された A 相電流目標値 I_{ta} と B 相電流目標値 I_{tb} と、は少なくとも電流の大きさが同じである。

10

【 0 0 8 2 】

制御装置 1 0 0 は、パルス $P [2]$ の入力に対応して A 相デューティ比 $D_a [2]$ と B 相デューティ比 $D_b [2]$ を取得すると、当該 A 相デューティ比 $D_a [2]$ と当該 B 相デューティ比 $D_b [2]$ と、を比較する。

制御装置 1 0 0 は、パルス $P [4]$ の入力に対応して A 相デューティ比 $D_a [4]$ と B 相デューティ比 $D_b [4]$ を取得すると、当該 A 相デューティ比 $D_a [4]$ と当該 B 相デューティ比 $D_b [4]$ と、を比較する。

20

制御装置 1 0 0 は、パルス $P [6]$ の入力に対応して A 相デューティ比 $D_a [6]$ と B 相デューティ比 $D_b [6]$ を取得すると、当該 A 相デューティ比 $D_a [6]$ と当該 B 相デューティ比 $D_b [6]$ と、を比較する。

制御装置 1 0 0 は、パルス $P [8]$ の入力に対応して A 相デューティ比 $D_a [8]$ と B 相デューティ比 $D_b [8]$ を取得すると、当該 A 相デューティ比 $D_a [8]$ と当該 B 相デューティ比 $D_b [8]$ と、を比較する。

【 0 0 8 3 】

本実施例に係る電動弁装置 1 は、電動弁 5 と制御装置 1 0 0 とを有する。電動弁 5 が、弁室 1 4 を有する弁本体 1 0 と、弁室 1 4 に配置された弁体 4 0 と、弁体 4 0 を移動するためのステッピングモーター 6 6 と、を有する。ステッピングモーター 6 6 が、マグネットローター 3 1 と、ステーター 6 0 (A 相ステーター 6 1、B 相ステーター 6 2) と、を有する。制御装置 1 0 0 が、電動弁 5 を制御する。制御装置 1 0 0 は、A 相ステーター 6 1 の A 相コイル 6 1 c に供給する A 相電流 I_a および B 相ステーター 6 2 の B 相コイル 6 2 c に供給する B 相電流 I_b を PWM 方式によって制御する。制御装置 1 0 0 は、A 相電流 I_a に係る A 相デューティ比 D_a と B 相電流 I_b に係る B 相デューティ比 D_b との比較に基づいて A 相コイル 6 1 c または B 相コイル 6 2 c に異常が生じたことを検出する。

30

【 0 0 8 4 】

例えば、ステッピングモーター 6 6 の駆動電圧や周囲温度が変化した場合、A 相デューティ比 D_a および B 相デューティ比 D_b が共に変化する。この場合、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b との関係は変化しない。そして、A 相コイル 6 1 c または B 相コイル 6 2 c に異常が生じた場合、A 相コイル 6 1 c のインピーダンスまたは B 相コイル 6 2 c のインピーダンスが変化して、A 相デューティ比 D_a または B 相デューティ比 D_b が変化する。この場合、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b との関係が変化する。そのため、制御装置 1 0 0 は、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b とを比較して関係に変化があったとき、A 相コイル 6 1 c または B 相コイル 6 2 c に異常が生じたことを判断できる。関係は、例えば、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b との差分値である。したがって、制御装置 1 0 0 は、ステッピングモーター 6 6 の駆動電圧や周囲温度の変動によるコイルの異常の誤検出を抑制して、ステッピングモーター 6 6 の故障をより正確に検出できる。

40

【 0 0 8 5 】

50

また、制御装置 100 が、A 相電流目標値 I_{ta} と等しくなるように制御された A 相電流 I_a に係る A 相デューティ比 D_a と、当該 A 相電流目標値 I_{ta} と同じ大きさの B 相電流目標値 I_{tb} と等しくなるように制御された B 相電流 I_b に係る B 相デューティ比 D_b と、を比較する。このようにすることで、A 相コイル 61c および B 相コイル 62c に異常が生じていないとき、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b とが同じであり、A 相コイル 61c または B 相コイル 62c に異常が生じているとき、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b とが異なる。そのため、制御装置 100 は、簡易な処理で A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b とを比較できる。

【0086】

なお、制御装置 100 が、A 相電流目標値 I_{ta} と等しくなるように制御された A 相電流 I_a に係る A 相デューティ比 D_a と、当該 A 相電流目標値 I_{ta} と異なる大きさの B 相電流目標値 I_{tb} と等しくなるように制御された B 相電流 I_b に係る B 相デューティ比 D_b と、を比較するようにしてもよい。この場合、制御装置 100 は、A 相電流目標値 I_{ta} と B 相電流目標値 I_{tb} との違い（比率）を考慮して、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b とを比較する。例えば、A 相電流目標値 I_{ta} と B 相電流目標値 I_{tb} との比（ I_{ta} / I_{tb} ）が $1/2$ でかつ A 相コイル 61c および B 相コイル 62c に異常が生じていないとき、A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b との比（ D_a / D_b ）も $1/2$ になる。そのため、制御装置 100 は、A 相デューティ比 D_a を 2 倍した値（ $D_a \times 2$ ）と B 相デューティ比 D_b とを比較する。

【0087】

また、制御装置 100 が、マグネットローター 31 が回転するように A 相電流 I_a および B 相電流 I_b を制御しているときの A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b とを比較する。このようにすることで、制御装置 100 は、通常処理（電動弁 5 の弁開度を指定された目標弁開度にする処理）において、A 相コイル 61c または B 相コイル 62c の異常を検出することができる。

【0088】

また、複数のパルス P のそれぞれに対して A 相電流目標値 I_{ta} および B 相電流目標値 I_{tb} が設定される。複数のパルス P に対して設定された A 相電流目標値 I_{ta} と等しい A 相電流 I_a を A 相コイル 61c に複数のパルス P の順番で供給しかつ複数のパルス P に対して設定された B 相電流目標値 I_{tb} と等しい B 相電流 I_b を B 相コイル 62c に複数のパルス P の順番で供給するとマグネットローター 31 が回転する。制御装置 100 が、複数のパルス P のうちの他のパルス P に対して設定された、当該他のパルス P に対して設定された A 相電流目標値 I_{ta} と同じ大きさの B 相電流目標値 I_{tb} と等しくなるように制御された A 相電流 I_a に係る A 相デューティ比 D_a と、複数のパルス P のうちの他のパルス P に対して設定された、当該他のパルス P に対して設定された A 相電流目標値 I_{ta} と同じ大きさの B 相電流目標値 I_{tb} と等しくなるように制御された B 相電流 I_b に係る B 相デューティ比 D_b と、を比較する。このようにすることで、制御装置 100 は、簡易な処理で A 相デューティ比 D_a と B 相デューティ比 D_b とを比較できる。また、制御装置 100 は、通常処理において、A 相コイル 61c または B 相コイル 62c の異常を検出することができる。

【0089】

本実施例の制御装置 100 は、通常処理において、A 相コイル 61c または B 相コイル 62c の異常を検出する構成を有するが、本発明はこのような構成に限定されない。制御装置 100 は、電源投入直後の初期化処理において、A 相コイル 61c または B 相コイル 62c の異常を検出する構成を有していてもよい。例えば、制御装置 100 は、初期化処理において、A 相コイル 61c に供給する A 相電流 I_a が「+ I2」になるように Hブリッジ回路 123A に PWM 信号を入力し、B 相コイル 62c に供給する B 相電流 I_b が「+ I2」になるように Hブリッジ回路 123B に PWM 信号を入力する。制御装置 100 は、Hブリッジ回路 123A に入力した PWM 信号のデューティ比（A 相デューティ比 D_a ）と、Hブリッジ回路 123B に入力した PWM 信号のデューティ比（B 相デューティ比 D_b ）と、を比較する。そして、制御装置 100 は、比較結果に基づいて、A 相コイル

6 1 c または B 相コイル 6 2 c に異常が生じたことを検出する。

【 0 0 9 0 】

本実施例の制御装置 1 0 0 は、電動弁 5（ステッピングモーター 6 6）を電流制御するものであったが、電動弁 5 を電圧制御するものであってもよい。電圧制御の構成において、制御装置 1 0 0 は、A 相ステーター 6 1 の A 相コイル 6 1 c に供給する A 相電圧および B 相ステーター 6 2 の B 相コイル 6 2 c に供給する B 相電圧を PWM 方式によって制御する。制御装置 1 0 0 は、A 相電圧に係るデューティ比（A 相電圧デューティ比）と B 相電圧に係るデューティ比（B 相電圧デューティ比）との比較に基づいて A 相コイル 6 1 c または B 相コイル 6 2 c に異常が生じたことを検出する。

【 0 0 9 1 】

また、電圧制御の構成において、制御装置 1 0 0 は、A 相電圧目標値と等しくなるように制御された A 相電圧に係る A 相電圧デューティ比と、当該 A 相電圧目標値と同じ大きさの B 相電圧目標値と等しくなるように制御された B 相電圧に係る B 相電圧デューティ比と、を比較してもよい。

【 0 0 9 2 】

また、電圧制御の構成において、制御装置 1 0 0 は、マグネットローター 3 1 が回転するように A 相電圧および B 相電圧を制御しているときの A 相電圧デューティ比と B 相電圧デューティ比とを比較してもよい。

【 0 0 9 3 】

また、電圧制御の構成において、以下の構成を採用してもよい。複数のパルス P が順番を有し、複数のパルス P のそれぞれに対して A 相電圧目標値および B 相電圧目標値が設定される。複数のパルス P のそれぞれに対して設定された A 相電圧目標値と等しい A 相電圧を A 相コイル 6 1 c に複数のパルス P の順番で供給し、かつ複数のパルス P のそれぞれに対して設定された B 相電圧目標値と等しい B 相電圧を B 相コイル 6 2 c に複数のパルス P の順番で供給するとマグネットローター 3 1 が回転する。そして、制御装置 1 0 0 が、複数のパルス P のうちの 1 つのパルス P に対して設定された A 相電圧目標値と等しくなるように制御された A 相電圧に係る A 相電圧デューティ比と、複数のパルス P のうちの他のパルス P に対して設定された、前記 1 つのパルス P に対して設定された A 相電圧目標値と同じ大きさの B 相電圧目標値と等しくなるように制御された B 相電圧に係る B 相電圧デューティ比と、を比較する。

【 0 0 9 4 】

なお、A 相電圧が A 相電圧目標値と等しいとは、A 相電圧の電圧の大きさおよび電圧の向きが A 相電圧目標値の電圧の大きさおよび電圧の向きと同じであることを示す。B 相電圧が B 相電圧目標値と等しいとは、B 相電圧の電圧の大きさおよび電圧の向きが B 相電圧目標値の電圧の大きさおよび電圧の向きと同じであることを示す。

【 0 0 9 5 】

電動弁 5 を電圧制御する制御装置 1 0 0 においても、上述した制御装置 1 0 0 と同一（実質的に同一を含む）の作用効果を奏する。

【 0 0 9 6 】

本実施例において、制御装置 1 0 0 が電動弁 5 を制御するものであったが、エアコン制御装置 4 1 0 が直接的に電動弁 5 を制御してもよい。この場合、エアコン制御装置 4 1 0 が、電動弁制御装置である。

【 0 0 9 7 】

本明細書において、「円筒」や「円柱」等の部材の形状を示す各用語は、実質的にその用語の形状を有する部材にも用いられている。例えば、「円筒形状の部材」は、円筒形状の部材と実質的に円筒形状の部材とを含む。

【 0 0 9 8 】

上記に本発明の実施例を説明したが、本発明はこれらの例に限定されるものではない。前述の実施例に対して、当業者が適宜、構成要素の追加、削除、設計変更を行ったものや、実施例の特徴を適宜組み合わせたものも、本発明の趣旨に反しない限り、本発明の範囲

10

20

30

40

50

に含まれる。

【符号の説明】

【0099】

1 ... 電動弁装置、5 ... 電動弁、10 ... 弁本体、11 ... 本体部材、11a ... 取付孔、11b ... 上面、12 ... 支持部材、12a ... 嵌合孔、13 ... 接続部材、14 ... 弁室、15 ... 流路、16 ... 流路、17 ... 弁口、18 ... 弁座、20 ... キャン、30 ... 駆動機構、31 ... マグネットローター、32 ... 弁軸ホルダー、32c ... 雌ねじ、32s ... 可動ストッパ、33 ... ガイドブッシュ、33a ... 第1円筒部、33b ... 第2円筒部、33c ... 雄ねじ、33e ... 貫通孔、33s ... 固定ストッパ、34 ... 弁軸、34a ... 第1部分、34b ... 第2部分、34d ... 段部、35 ... 支持リング、36 ... プッシュナット、37 ... 閉弁ばね、38 ... ストッパ機構、40 ... 弁体、45 ... 永久磁石、46 ... ガイド部材、47 ... 支持ばね、48 ... 摺動部材、50 ... スターユニット、60 ... スター、61 ... A相スター、61a ... 極歯、61b ... 極歯、61c ... A相コイル、62 ... B相スター、62a ... 極歯、62b ... 極歯、62c ... B相コイル、65 ... 端子、66 ... ステッピングモーター、70 ... ハウジング、83 ... コネクタ、100 ... 電動弁制御装置、110 ... 制御基板、111 ... 電線、115 ... 磁気センサー、120 ... マイクロコンピューター、121 ... CPU、122 ... 不揮発性メモリ、123 ... モータードライバ、123A ... Hブリッジ回路、123B ... Hブリッジ回路、124 ... 作業用メモリ、125 ... 通信モジュール、126 ... 温度センサー、127A ... 電流検出抵抗、127B ... 電流検出抵抗、128A ... アナログ - デジタル変換器、128B ... アナログ - デジタル変換器、400 ... エアコンシステム、401 ... 圧縮機、402 ... 凝縮器、403 ... 蒸発器、405 ... 配管、410 ... エアコン制御装置、420 ... 通信バス、Ia ... A相電流、Ib ... B相電流、Ita ... A相電流目標値、Itb ... B相電流目標値、Da ... A相デューティ比、Db ... B相デューティ比、L ... 軸線、Rc ... 閉弁位置、Rx ... 基準位置、Rz ... 全開位置

10

20

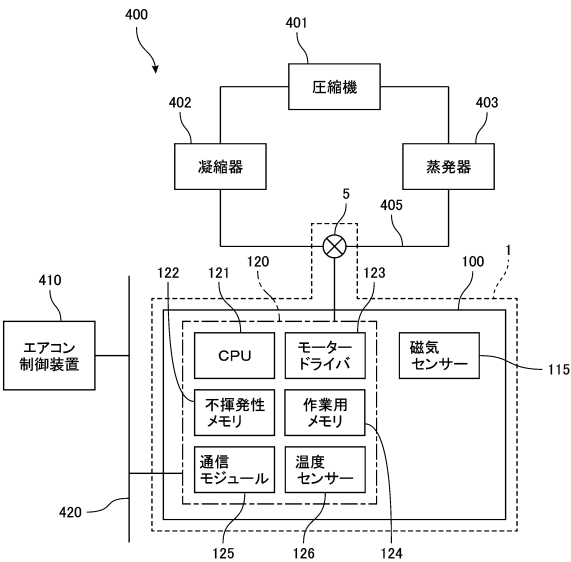
30

40

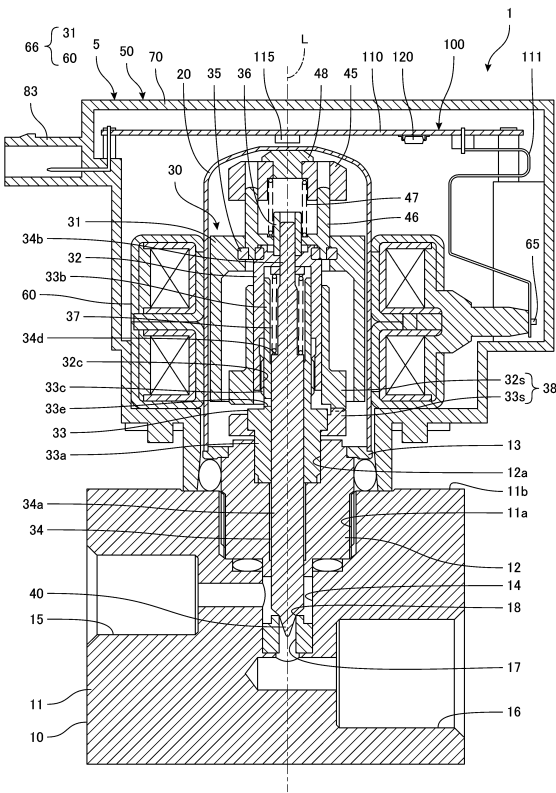
50

【図面】

【図 1】



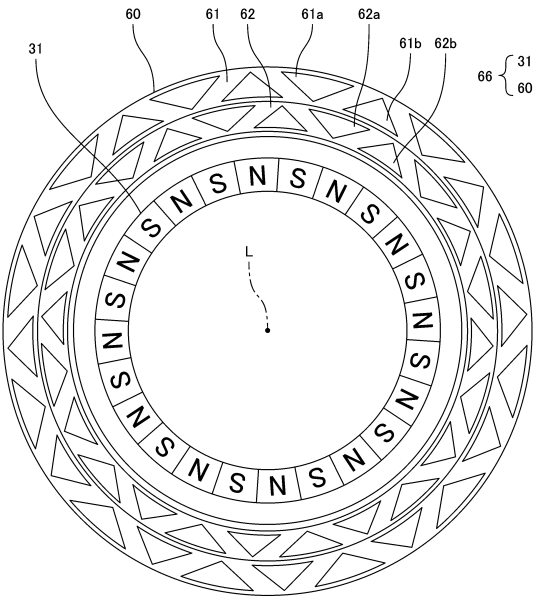
【図 2】



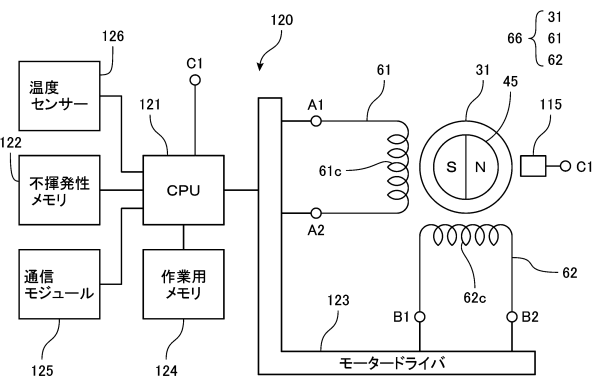
10

20

【図 3】



【図 4】

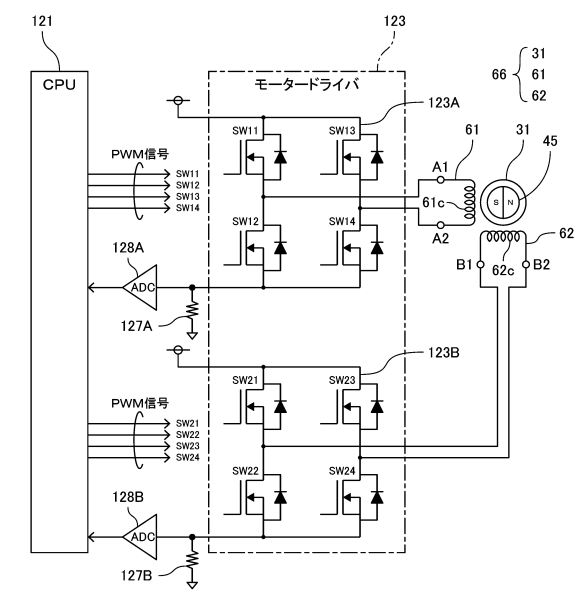


30

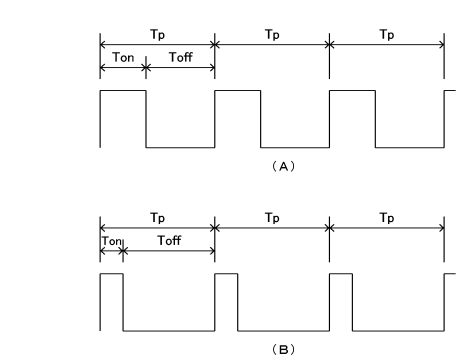
40

50

【図 5】



【図 6】

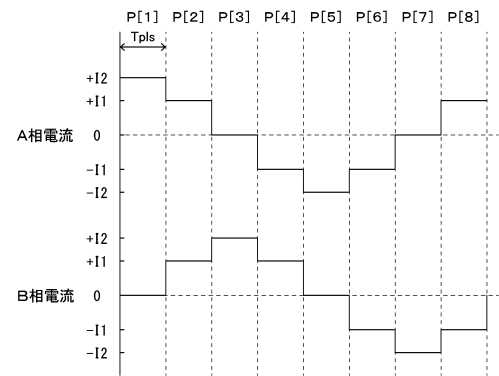


10

【図 7】

	P[1]	P[2]	P[3]	P[4]	P[5]	P[6]	P[7]	P[8]	備考
A相電流目標値	+I2	+I1	0	-I1	-I2	-I1	0	+I1	+ : A1→A2 0 : OFF - : A2→A1
B相電流目標値	0	+I1	+I2	+I1	0	-I1	-I2	-I1	+ : B1→B2 0 : OFF - : B2→B1

【図 8】



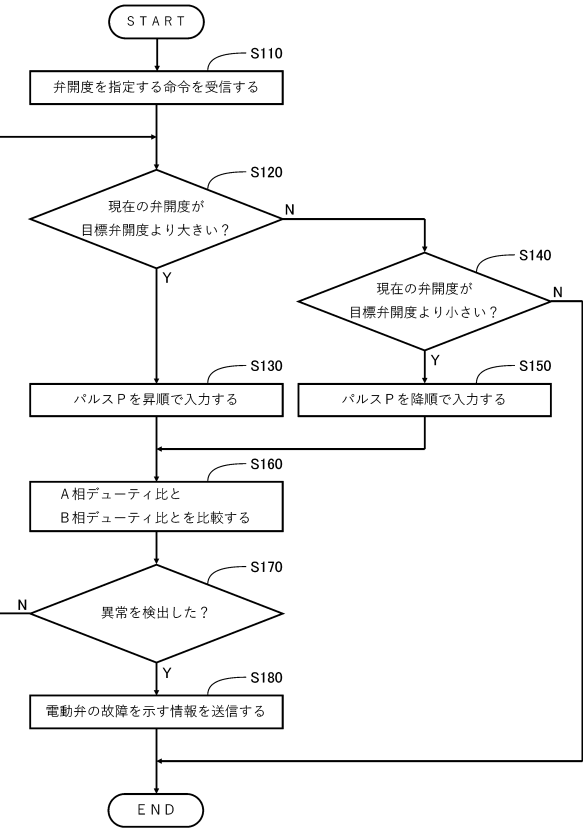
20

30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 2 1 - 1 9 7 7 6 0 (J P , A)

特開 2 0 2 3 - 0 8 4 8 9 4 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

F 1 6 K 3 1 / 0 4

H 0 2 P 8 / 3 6